

Aus Strahleninstitut/-klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. Heinz Oeser

KOMPLIKATIONEN AM AUGE
NACH BESTRAHLUNG VON TUMOREN
DER NASENNEBENHÖHLEN

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1969

vorgelegt von

Franz-Josef Bögemann

aus Wilhelmshaven

Aus Strahleninstitut/-klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend

Direktor: Prof. Dr. Heinz O e s e r

KOMPLIKATIONEN AM AUGE

NACH BESTRAHLUNG VON TUMOREN DER NASENNEBENHÖHLEN

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Franz-Josef B ö g e m a n n

aus Wilhelmshaven

Dekan: Professor Dr. med. H. H. Naumann
Referent: Professor Dr. med. H. Oeser
Korreferent: Professor Dr. med. H. Hager



Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 21.8.1969

KOMPLIKATIONEN AM AUGE NACH BESTRAHLUNG
VON TUMOREN DER NASENNEBENHÖHLEN

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Aufgabe und Problemstellung der Arbeit</u>	4
A. <u>ZUSAMMENSETZUNG DES KRANKENGUTES</u>	5
B. <u>DIE STRAHLENTHERAPIE VON TUMOREN DER NASENNEBENHÖHLEN</u>	
1. Häufigkeit und causale Genese der Tumoren	8
2. Histologie	9
3. Lokalisation	12
4. Indikation zur Bestrahlung	14
a. kombinierte Behandlung	14
b. alleinige Bestrahlung	15
c. Bestrahlungsart	16
5. Einbeziehung der Orbita in das Bestrahlungsfeld	18
a. bei abgedecktem Auge	18
b. bei ungeschütztem Auge	18
6. Ergebnisse der Bestrahlungstherapie	19
C. <u>KOMPLIKATIONEN AM AUGE NACH BESTRAHLUNG</u>	
1. Strahlenkatarakt	27
2. Extralenticuläre Schäden	34
a. reversibel	34
b. irreversibel	35
3. Abhängigkeit der Strahlenschäden von	40
a. Bestrahlungsart	40
b. Dosis	40
c. Zeit des Auftretens	43
d. Geschlecht und Lebensalter	45
D. <u>BEWERTUNG DER ERGEBNISSE</u>	46
<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	47
<u>LITERATURÜBERSICHT</u>	48
<u>LEBENS LAUF</u>	



Digitized by the Internet Archive
in 2026

KOMPLIKATIONEN AM AUGE NACH BESTRAHLUNG VON TUMOREN DER NASENNEBENHÖHLEN

Aufgabe und Problemstellung der Arbeit

Bei der Behandlung von Tumoren der Nasennebenhöhlen nimmt die Strahlentherapie einen wichtigen Platz in Kombination mit der Chirurgie oder als alleinige Behandlungsart ein. Wegen der Nähe des Auges sieht man sich bei der Therapie vor besondere Schwierigkeiten gestellt. Da die Patienten häufig erst zur Behandlung kommen, wenn die Orbita vom Tumor schon befallen ist, läßt sich eine Einbeziehung der Orbita in das Bestrahlungsfeld oft nicht vermeiden. Dabei erhebt sich die Frage nach der Strahlendosis, die der Bulbus erhält und damit nach der Möglichkeit auftretender Strahlenschäden am Auge. Die Energie der Strahlen hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Somit hat sich die Aussicht auf Vernichtung der Tumoren verbessert; gleichzeitig ist aber auch das Risiko von Schäden am Auge gewachsen.

Die vorliegende Arbeit stellt sich die Aufgabe,

Häufigkeit und Art der Komplikationen am Auge
nach Bestrahlung von Nasennebenhöhlentumoren
zu untersuchen.

A. ZUSAMMENSETZUNG DES KRANKENGUTES

Die Untersuchung umfaßt 117 Patienten, die in den Jahren 1951 bis 1967 am Strahleninstitut/-klinik der Freien Universität Berlin (Direktor Professor Dr. H. O e s e r) wegen Tumoren der Nasennebenhöhlen bestrahlt wurden. Die Behandlung dieser Kranken wurde gemeinsam mit der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Freien Universität Berlin (Direktor Professor Dr. H. H. N a u m a n n) durchgeführt. Die Beurteilung der Komplikationen am Auge erfolgte in der Augenklinik der Freien Universität Berlin (Direktor Professor Dr. H. G a s t e i g e r). Unter den bestrahlten Patienten befanden sich 54 Männer (46,15 %) und 63 Frauen (53,85 %). (Tab. 1)

Tab. 1 Geschlechtsverteilung der Patienten

GESCHLECHT	ZAHL der Pat.	% d. Krankengutes
♂	54	46,15
♀	63	53,85
INSGESAMT	117	100,00

Diese Aufteilung der beiden Geschlechter entspricht den Angaben von S a l e m e t a l. sowie denen von L a r s s o n und M a r t e n s s o n. H o m m e r i c h wie auch F l e i s c h e r konnten ebenfalls keine eindeutige Differenz feststellen. Dagegen fanden F r a z e l l und L e w i s in einer Untersuchungsreihe ein häufigeres Vorkommen beim männlichen Geschlecht. Unter 416 Patienten mit Tumoren im Bereich der Nasennebenhöhlen gehörten 269 dem männlichen und 147 dem weiblichen Geschlecht an.

Das Gesamtdurchschnittsalter der Patienten betrug 60,17 Jahre. Die jüngste Patientin war 1 Jahr, der älteste Patient 88 Jahre alt.

Tab. 2 Altersverteilung des Krankengutes (117 Patienten)

A L T E R	Z A H L der Pat.	% d. Krankenguts
bis 25 Jahre	6	5,1
26 - 30 "	0	0
31 - 35 "	0	0
36 - 40 "	4	3,6
41 - 45 "	2	1,7
46 - 50 "	9	7,7
51 - 55 "	17	14,5
56 - 60 "	15	12,8
61 - 65 "	17	14,5
66 - 70 "	22	18,7
71 - 75 "	8	6,8
76 - 80 "	11	9,4
81 - 85 "	5	4,3
86 - 90 "	1	0,9
I N S G E S A M T	117	100,0

Tab. 2 zeigt die Altersverteilung der von uns behandelten 117 Patienten. Vom 45. Lebensjahr an nimmt die Tumorrare erheblich zu. Der Gipfel der Altersverteilung liegt bei unserem Krankengut zwischen 66 und 70 Jahren. Der darauffolgende Abfall lässt sich damit erklären, daß weniger Menschen ein höheres Lebensalter als 70 Jahre erreichen.

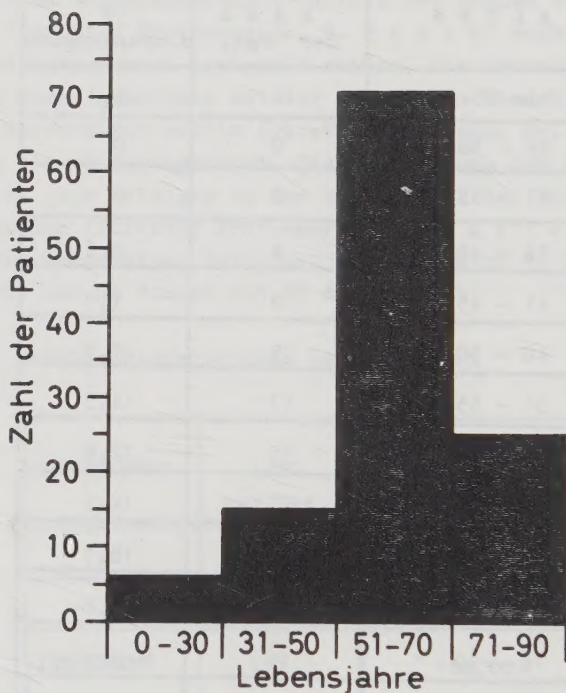


Abb. 1 Altersverteilung bei 117 Patienten mit Nasennebenhöhlentumoren

Die vorstehende Skizze gibt noch einmal Auskunft über die Altersverteilung unseres Krankengutes. Ähnliche Ergebnisse haben J a c o d , M a t t i c k und S t r e u t e r , W u s t r o w sowie L a r s s o n und M a r t e n s s o n in ihren Arbeiten angegeben. M c M a k o n berichtet über die Seltenheit von Nasennebenhöhlentumoren bei Kindern und Jugendlichen. Auch bei uns war die Tumorfrequenz in dieser

Altersspanne gering. Zwei Kinder im Alter von 1 und 3 Jahren wurden in unserer Klinik behandelt.

B. DIE STRAHLENTHERAPIE VON TUMOREN DER NASENNEBENHÖHLEN

1. Häufigkeit und causale Genese der Tumoren

Die Nasennebenhöhlentumoren sind im Vergleich zu den übrigen Malignomen selten. H o m m e r i c h errechnete aus den Angaben verschiedener deutscher Universitätskliniken einen Prozentsatz von 0,27 . W a l t n e r und F i t t o n fanden, daß 1 % aller Krebserkrankungen im Bereich der Nase und ihrer Nebenhöhlen lokalisiert sind. T a b b schätzte die Häufigkeit der Nasennebenhöhlengeschwülste auf 0,2 % aller Karzinome. Die Nasennebenhöhlentumoren machen ungefähr 1/4 der Geschwülste im Hals-Nasen-Ohrenbereich aus (B l o h m k e). Nach einer Angabe von F l e i s c h e r treten in Mitteldeutschland pro Jahr 170 Neuerkrankungen an Malignomen im Bereich der Nase und ihrer Nebenhöhlen auf. Das entspricht 0,42 % aller Neuerkrankungen an bösartigen Tumoren. Bei einer Bevölkerungszahl von 17 Mill. kommt somit ein Kranker auf 100 000 Einwohner.

J o n a s c h hat katamnestisch nachgewiesen, daß in 90% aller Nasennebenhöhlenkarzinome eine chronische Entzündung vorausgegangen war. H o m m e r i c h gibt dabei zu bedenken, daß das Tumorgeschehen in einer Nasennebenhöhle durch eine Mischinfektion anfänglich als banale Sinusitis imponieren kann. L a r s s o n , M a r t e n s s o n sowie R i n g e r t z sind der Ansicht, daß chronische Entzündungen die Karzinomentstehung begünstigen können. In diesem Zusammenhang ist aber einzuwenden, daß in den Stirnhöhlen, die häufig Sitz von chronischen Entzündungen sind, sehr selten Karzinome entstehen. Nach H u i z i n g a beantwortet die Kieferhöhlenschleimhaut einen Dauerreiz mit einer Metaplasie ihres Zylinderepithels in Plattenepi-

thel. So ist wohl auch der überwiegende Anteil an Plattenepithelkarzinomen zu erklären. Insgesamt scheint eine chronische Entzündung einer von mehreren bestimmenden Faktoren zu sein.

2. Histologie

Die Tumoren der Nasennebenhöhlen bieten ein verschiedenartiges Bild. Sie gehen in der Mehrzahl von dem auskleidenden Epithel aus, seltener von Knochen oder anderen mesenchymalen Geweben. Die histologischen Ergebnisse stammen aus dem pathologisch-anatomischen Institut der Freien Universität Berlin (Direktor Professor Dr. W. M a s h o f f). Bei unserem Krankengut fanden wir:

Karzinome:

Sie bilden die Mehrzahl aller Nebenhöhlengeschwülste. Verhornende, nichtverhornende und undifferenzierte Karzinome herrschen vor.

Verhornendes und nichtverhornendes Plattenepithel-Ca ...	42
Undifferenziertes Ca	16
Adeno - Ca	4
Solides Ca	6
Kleinzelliges medulläres Ca	1
Lymphoepithelialer Tumor	1
Angioplastischer Tumor	1
Cirrhöses Ca	1
Zylinderepithel-Ca	2
Karzinome ohne nähere Angabe ..	13
INSGESAMT	87

Sarkome:

Sie sind weniger häufig und zeichnen sich durch ihre besondere Bösartigkeit aus. Eine Rarität ist das Melanosarkom (B l o h m k e). Sein Ausgangspunkt ist fast ausschließlich das Siebbein oder die Kieferhöhle.

Retothelsarkom	6
Lymphosarkom	3
Spindelzellsarkom	2
Chondrosarkom	2
Undifferenziertes Sarkom	2
Myxoplastisches Sarkom	1
Papillomatös gebautes Sarkom ..	1
Melanosarkom	1
Lymphoretikulosarkom	1
Rundzelliges Sarkom	1
Riesenzellsarkom	1
INSGESAMT	21

Semimaligne Tumoren:

In diese Reihe gehört das Zylindrom. Es ist selten und geht von mukösen, serösen oder gemischten Drüsen aus. Nach M e h n e r t neigt es besonders zu Rezidiven.

Das Adamantinom weist ebenfalls häufig Rezidive auf. Nach B l o h m k e sollen etwa 3 % aller Adamantinode maligne entarten.

Benigne Tumoren:

Hierzu zählen das Fibrom und Osteoklastom. Ersteres findet sich selten in den Nasennebenhöhlen, dagegen häufiger im Nasenrachenraum. Das Osteoklastom hat seinen Sitz überwiegend in den Siebbeinzellen.

Sonderformen:

Hierzu ist das Plasmocytom, das nach v. A l b e r t i n i gut- wie bösartig sein kann, zu rechnen.

Semimaligne, benigne Tumoren und Sonderformen:

Zylindrom	3
Adamantinom	1
Fibrom	1
Osteoklastom	1
Plasmocytom	1
Nasennebenhöhlentumoren ohne nähere Angaben	2
INSGESAMT	9

Die Histologie der Tumoren bei unserem Krankengut zeigt
Abb. 2

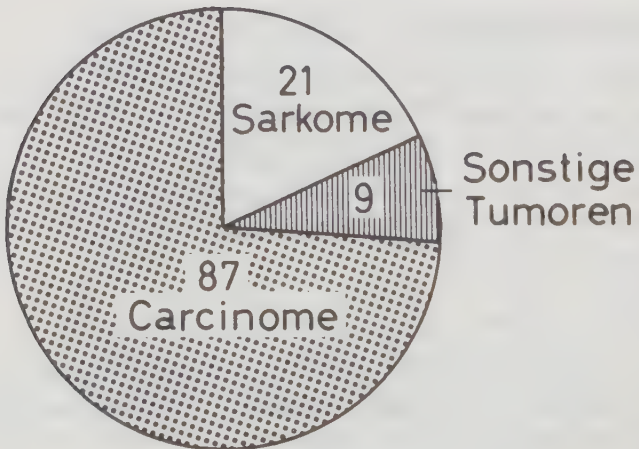


Abb. 2 Histologischer Typus der Nasennebenhöhlentumoren bei 117 Patienten

Es überwiegen in unserem Krankengut die Karzinome bei 87 Patienten (74,35 %). Dann folgen die Sarkome bei 21 Kranken (17,94 %). In der Literatur werden ähnliche Prozentzahlen angegeben. F l e i s c h e r gibt unter 509 Patienten mit Nasennebenhöhlentumoren 397 (77,81 %) Karzinomfälle an und 95 (18,62 %) Sarkome. B o o n e et al. fanden in 66,6 % Plattenepithelkarzinome. In der Kölner Universitätsklinik fand W u s t r o w bei 115 Patienten 75 (62,25 %) Karzinome und 34 (29,58 %) Sarkome. Z a n g e und S c h o l t z geben ein Verhältnis von Karzinomen zu Sarkomen mit 179 : 61 an.

3. Lokalisation

Über die Verteilung der Tumoren auf die einzelnen Nasennebenhöhlen bei unseren Patienten gibt Tab. 3 Auskunft.

Tab. 3 Lokalisation der Tumoren

Lokalisation	Zahl der Pat.	% d. Krankenguts
Kieferhöhle	64	54,8
Siebbein	41	34,9
Stirnhöhle	1	0,9
Orbita	5	4,3
Nasenhauptgang	6	5,1
INSGESAMT	117	100,0

Patienten mit Tumoren der Orbita oder Nasenhaupthöhle wurden in die Beobachtungsserie miteinbezogen, wenn anliegende Nasennebenhöhlen vom Tumorprozeß befallen waren und keine genaue Abgrenzung zur Nasennebenhöhle zu erkennen war. Bei den Nasentumoren handelt es sich um Geschwülste, die ihren Sitz im oberen Drittel der Nasenhaupthöhle (oberhalb einer gedachten Horizontalen, die die beiden unteren Pole der oberen Nasenmuscheln verbindet) hatten (B o o n e et al.).

Kieferhöhlentumoren überwiegen bei unserem Krankengut mit 54,8 % (64 Patienten). Es folgen Siebbeintumoren mit 34,9 % (41 Patienten). Wir fanden nur eine Geschwulst mit Sitz in der Stirnhöhle. Andere Autoren geben ebenfalls ein signifikantes Überwiegen der Kieferhöhlentumoren unter den Malignomen der Nasennebenhöhlen an. Nach O s b o r n und W i n s t o n gehörten unter 94 Geschwülsten 63 der Kieferhöhle an. B a c l e s s e et al. fanden bei 94 Patienten sogar 74 Kieferhöhlentumoren, die sie noch nach ihrem Sitz in Karzinome der Infrastruktur (44), Suprastruktur (19) und endo- und pansinöse Tumoren (11) unterteilten. Unter endopansinösen Tumoren verstehen die Autoren Geschwülste, die die gesamte Kieferhöhle gleichmäßig ausfüllen, ohne daß zunächst Infiltrationen in die Umgebung nachweisbar sind. Bei F r a z e l l und L e w i s nahmen 2/3 der Tumoren ihren Ursprung von der Kieferhöhle aus. In einer Serie von 121 Patienten fanden B o o n e et al. 70 Kieferhöhlengeschwülste.

Äußerst selten ist der Stirnhöhlentumor in der Literatur angegeben. B u g n e t t i et al. fanden einen einzigen Fall unter 169 Patienten mit Nasennebenhöhlentumoren. B o o n e et al. wie auch F r a z e l l und L e w i s berichteten ebenfalls von jeweils einem Stirnhöhlentumor unter ihrem Krankengut.

4. Indikation zur Bestrahlung

a. praeoperativ und postoperativ

Bei der Behandlung von Nasennebenhöhrentumoren sollte man zunächst die Operabilität der Geschwülste prüfen. Falls sie gegeben ist, besteht eine Indikation zur chirurgischen Exstirpation. Anschließend sollte nach M u r p h y die Bestrahlung erfolgen. Es besteht heute kein Zweifel mehr über die Notwendigkeit der kombinierten Behandlung, wenn man die völlige Vernichtung des Tumors anstrebt. Über die Frage von post- oder praeoperativer Bestrahlung besteht in der Literatur keine Einstimmigkeit. Der Vorteil der Vorbestrahlung soll in der Eindämmung des Tumors und Verhinderung der Metastasierung liegen. C a s t a g l i a n o und R o m i n g e r räumen der praeoperativen Bestrahlung die besten Erfolgsaussichten ein. Sie bestrahlten ca. 6 - 7 Wochen vor der Operation mit durchschnittlich 6000 RHD. J e s s e konnte in einer Arbeit die theoretische Annahme, daß die praeoperative Bestrahlung effektvoller sei, nicht bestätigen. Er kommt zu dem Ergebnis, daß ältere Patienten die postoperative Bestrahlung besser vertragen. Bei praeoperativer Behandlung können die Patienten zudem noch in eine negative Stickstoffbilanz zur Zeit der Operation kommen. P o l l a c k befürchtet außerdem, daß sich unter der Vorbestrahlung der Tumor unbeherrschbar weiterentwickeln kann. A l b r e c h t , G ü n n e l , M o s e r und F r e n z e l sind ebenfalls gegen eine Vorbestrahlung, da hierdurch ein jauchiger Tumorzerfall eintreten und die Beurteilung der Geschwulstausdehnung verwischt würde. Für eine Operation mit Nachbestrahlungen sprechen sich S c h w a b , K a e s und W e r n e r wie auch F i n c k . aus. J a c o d wie auch L a r s s o n und M a r t e n s s o n empfehlen eine Vor- und Nachbestrahlung. Sie bestrahlen mit 7000 RHD vorher und schließen dann noch eine Nachbestrahlung an.

Bei 76 Patienten unseres Krankengutes wurde eine kombinierte Behandlung in Zusammenarbeit mit der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Freien Universität Berlin durchgeführt, wobei

als Behandlungsform die Operation mit Nachbestrahlung bevorzugt wurde (61 Patienten). Bei 5 Patienten wurde nur vorbestrahlt, bei 10 Patienten kam sowohl eine Vor- wie auch Nachbestrahlung zur Anwendung.

b. alleinige Bestrahlung

Nach M u r p h y ist eine chirurgische Behandlung kontraindiziert, wenn der Tumor in die Schädelbasis, in den Nasopharynxbereich oder in den Prozessus pterygoideus eingedrungen ist. Inoperable regionäre Lymphknotenmetastasen und generalisierte Metastasen sind weitere Kontraindikationen. Bei Ablehnung der Operation vonseiten der Patienten kommt nur noch die Bestrahlung als wirksame Therapie in Frage. Tab. 4 gibt eine Übersicht über die Behandlungsform bei unserem Krankengut.

Tab. 4 Behandlungsformen bei unserem Krankengut (117 Pat.)

T H E R A P I E	Z A H L der Pat.	% d. Krankenguts
operiert nachbestrahlt	61	52,15
vorbestrahlt operiert	5	4,25
vorbestrahlt- Op.-nachbestr.	10	8,55
nur bestrahlt	41	35,05
INSGESAMT	117	100,00

c. Bestrahlungsart

Die perkutane Strahlentherapie kann als Röntgen- und als Kobalttherapie erfolgen. In der Röntgentherapie werden mit einer Röhrenspannung bis 250 kV Strahlen an den Krankheitsherd gebracht. Der Nachteil liegt in der geringen Strahlenbelastungsfähigkeit der Haut, sodaß nicht immer eine genügend große Dosis an den Tumor gebracht werden kann. Die Tumordosis wird in 20 - 40 Sitzungen fraktioniert verabreicht, wobei man über 200 - 300 ROD pro Tag und Feld nicht hinausgeht. Wendet man zum Beispiel bei Kieferhöhlentumoren vier Felder an, so gewährleisten ein vorderes und ein laterales Feld auf der kranken wie auf der gesunden Seite eine ausreichende Herddosis.

Mit Hilfe der Super- oder Megavolttherapie kann man den Nachteil der geringen Strahlenbelastungsfähigkeit der Haut bei der konventionellen Röntgentherapie umgehen. Mit der Telekobalteinheit oder den Elektronenschleudern wird die Haut trotz höherer Dosen relativ wenig belastet. Bei dieser Behandlungsart werden Strahlen mit einer Energie von über 1 Million angewandt. Nach Becker und Schubert zeigen derartig energiereiche Strahlen gegenüber konventionellen Röntgenstrahlen folgende Vorteile:

1. Bessere Ergebnisse
2. Geringe physikalische Belastung
3. Höhere Tiefendosis
4. Geringere Hautbelastung
5. Weniger Felder
6. Schonung von Knochen, Knorpel durch Aufhebung der Absorptionsunterschiede
7. Zielgenauigkeit durch Strahlenrichtung

An der Strahlenklinik der Freien Universität Berlin kam bei unserem Krankengut die Tiefentherapie in Form der perkutanen Röntgenbestrahlung bei 74 Patienten zur Anwendung, 49mal als alleinige Bestrahlungsmethode. Die Einzeldosis betrug durchschnittlich ca. 250 ROD pro Feld, die gesamte Dosis bis zu 3000 ROD pro Feld. Die Herddosis lag bei 4000 - 5000 R. Bei 29 Patienten wurde das Bestrahlungsgebiet in 4 Felder unterteilt: je ein laterales und

vorderes auf der gesunden sowie kranken Seite, dabei war das Auge bis 10 00 R nicht abgedeckt.

Seit 1959 steht in unserer Klinik eine Telekobalteinheit zur Verfügung. Durch die Anwendung der Kobaltbombe ist es möglich, höhere Dosen an den Tumorherd zu bringen. Die Therapie mit Telekobalt kam bei 47 Patienten zur Anwendung, davon wurde sie bei 13 Patienten mit anderen Strahlenarten gekoppelt.

Zur Kontaktbestrahlung diente Kobalt-60. Ein Patient wurde ausschließlich mit dieser radioaktiven Substanz, sieben Patienten zusätzlich mit Röntgenstrahlen behandelt. Das radioaktive Material wurde mehrmals für einige Stunden in Form von Stäben, Perlen oder Moulagen eingelegt. Die Nahbestrahlung nach C n a o u l wurde bei vier Patienten angewandt, bei zweien von ihnen als einzige Behandlungsart. Tab. 5 gibt eine Übersicht über die Bestrahlungsart bei unserem Krankengut. In drei Fällen wurden die Patienten mit dem Betatron in einem auswärtigen Krankenhaus bestrahlt und in der Strahlenklinik der Freien Universität Berlin wegen eines Rezidivs erneut behandelt.

Tab. 5 Bestrahlungsart bei 117 Patienten

S T R A H L E N - Q U A L I T Ä T	Z A H L der Pat.	% d. Krankenguts
Telekobalt	34	29,05
Rö.-Tiefen- therapie (KV 180)	49	41,89
Rö.-Nahbe- strahlung (KV 50)	2	1,71
Kobalt-Kontakt- bestrahlung	1	0,85
Kombiniert	31	26,50
INSGESAMT	117	100,00

5. Einbeziehung der Orbita in das Bestrahlungsfeld

Der Strahlentherapeut sieht sich im Bereich der Nasennebenhöhlen wegen der Nähe der Augen vor besondere Schwierigkeiten gestellt. Sehr häufig ist die Orbita in den Tumorprozeß miteinbezogen. Das läßt sich damit erklären, daß die Orbita von zahlreichen verschiedenen Knochen gebildet wird und sich über die Nähte der Knochenverbindungen günstige Einbruchsmöglichkeiten von der Siebbeinhöhle, Stirnhöhle oder den Kieferhöhlenbereich ergeben. Obendrein ist der Knochen teilweise so dünn, daß auch hier leicht ein Einbruch von den Nebenhöhlen in die Orbita erfolgen kann. Die Angaben in der Literatur über die Häufigkeit der Orbitabeteiligung bei Tumoren der Nasennebenhöhlen sind sehr unterschiedlich. In g a l l s gibt sie mit 6 - 20 % der Fälle an. F r e g n i fand dagegen in einem Material von 48 Kieferhöhlentumoren in 50 % und bei 52 Siebbeingeschwülsten in 57 % eine Orbitabeteiligung.

Als Kriterien für eine Orbitabeteiligung des Tumors wurden an dieser Klinik eine röntgenologisch nachgewiesene Destruktion der an der Orbita beteiligten Knochen und/oder eine durch den Tumor hervorgerufene Protusio bulbi angesehen. Bei unserem Krankengut war es bei 79 Patienten (67,15 %) erforderlich, die Orbita in das Bestrahlungsfeld mit einzubeziehen, um den gesamten Tumorprozeß zu erfassen. Die Patienten mit Kieferhöhlentumoren (64) wiesen in 62,4 % (40 Patienten) einen Einbruch der Tumormassen in die Orbita auf. Eine Orbitabeteiligung der Siebbeingeschwülste (41 Patienten) lag sogar bei 70,4 % (30 Patienten). Bei 12 Patienten war bereits bei Bestrahlungsbeginn die Orbita exenteriert. Von den übrigen 67 Patienten mit erhaltenem Bulbus wurde bei 57 die Orbita bestrahlt, ohne das Auge zu schützen. Nur bei 10 Kranken konnte man eine Abdeckung des Auges wagen und dennoch eine völlige Tumorvernichtung erwarten. Abb. 3 zeigt die Aufteilung der Patienten, bei denen die Orbita in das Bestrahlungsfeld miteinbezogen wurde.

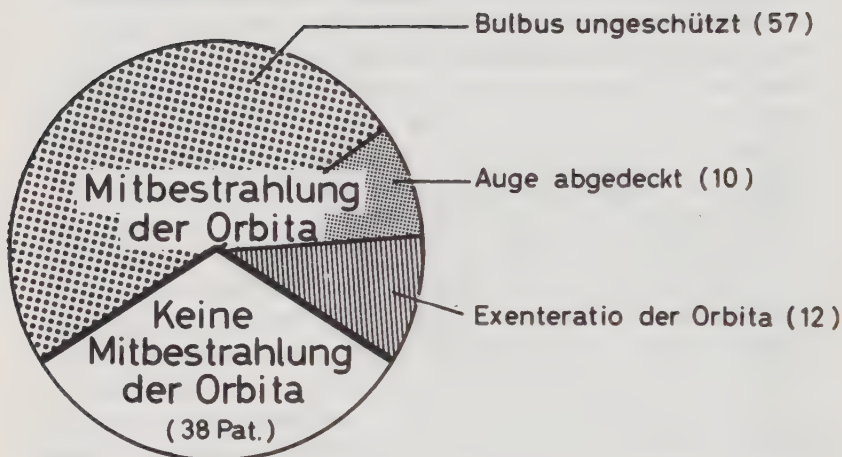


Abb. 3 Anteil der Patienten mit Bestrahlung der Orbita bzw. des Bulbus

6. Ergebnisse der Bestrahlungstherapie

Um die Überlebenszeit unserer Patienten graphisch darzustellen, wählten wir die Methode nach B o a g und L e e s. Die Zahlen der beobachteten Patienten werden als Summenprozentanteile ($\Sigma : \%$) in Abhängigkeit von der Überlebenszeit in ein Koordinatensystem eingetragen. Die Abszisse ist logarithmisch, die Ordinate nach dem Gauß'schen Integral eingeteilt. Nach diesem Verfahren erhält man eine Gerade. So läßt sich die Absterberate bzw. der Erfolg der Behandlung verschiedener Gruppen besser vergleichen. Außerdem kann die Absterberate für jeden beliebigen Zeitpunkt direkt abgelesen werden. Aussagen über die Prognose können ebenfalls in gewissen Grenzen gemacht werden (B o a g, K u n z und W e i l).

Zur Berechnung der Absterbequote nach B o a g dient folgende Formel :

$$X = \frac{F - 0,5}{G} \times 100$$

F = Anzahl der Patienten, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt verstorben sind

G = Gesamtzahl der beobachteten Patienten

Der Faktor 0,5 braucht nach B o a g nicht berücksichtigt zu werden. Der erhaltene Wert X ist das $\Sigma \%$.

Es ist gleichgültig, ob man die Kurven der Überlebenden oder der Verstorbenen aufzeichnet, da sich die zugehörigen Prozentwerte jeweils zu 100 ergänzen. Obwohl es menschlich erfreulicher ist (K u n z), von Überlebenden zu sprechen, haben wir uns mit B o a g zur Darstellung der Verstorbenen entschlossen, weil somit ein Vergleich mit entsprechenden Arbeiten anderer Autoren leichter ist.

Von vier Patientengruppen haben wir die Absterberate bestimmt:

1. Absterberate des gesamten Patientengutes (117)

<u>Jahre</u>	<u>Zahl der verstorbenen Patienten</u>	
	<u>n</u>	<u>$\Sigma \%$</u>
1/2	15	21,4
1	53	45,02
2	79	67,05
3	91	77,07
4	94	80,03
5	101	86,03
6	107	91,04
7	111	94,00
8	112	95,07
9	113	96,05
10	115	98,02

2. Absterberate der Patienten mit Bulbusbestrahlung (57)

<u>Jahre</u>	<u>Zahl der verstorbenen Patienten</u>	
	<u>n</u>	<u>Σ %</u>
1/2	11	19,02
1	23	40,3
2	36	63,01
3	44	77,01
4	46	80,7
5	49	85,09
6	53	92,09
7	56	98,02

3. Absterberate der mit Röntgenstrahlen behandelten Patienten (51)

<u>Jahre</u>	<u>Zahl der verstorbenen Patienten</u>	
	<u>n</u>	<u>Σ %</u>
1/2	10	19,6
1	23	45,0
2	34	66,6
3	36	70,5
4	38	74,05
5	43	84,3
6	46	90,1
7	47	92,2
8	47	92,2
9	47	92,2
10	49	96,0

4. Absterberate der mit Co^{60} bestrahlten Patienten (34)

<u>Jahre</u>	<u>Zahl der verstorbenen Patienten</u>	
	<u>n</u>	<u>$\Sigma \%$</u>
1/2	8	23,6
1	18	52,9
2	24	70,05
3	28	82,4
4	29	85,3
5	31	91,2
6	32	94,2

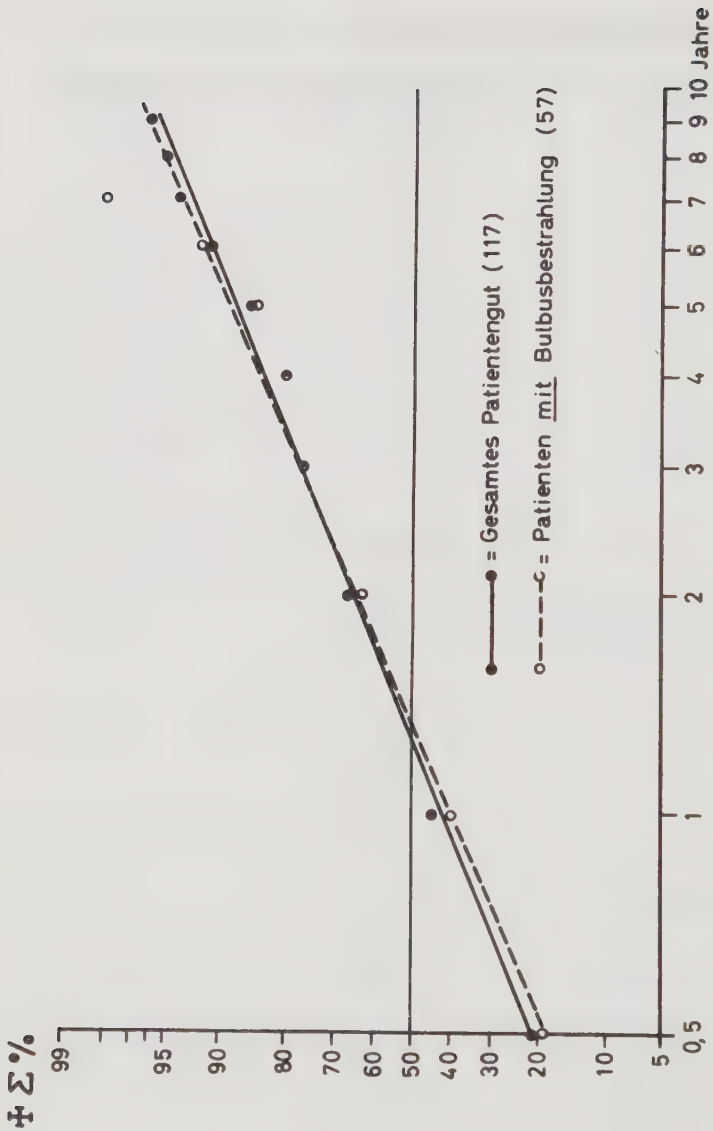


Abb. 4 Absterbekurve des gesamten Patientengutes (117)
 Absterbekurve der Patienten mit Bulbusmitbestrahlung (57)

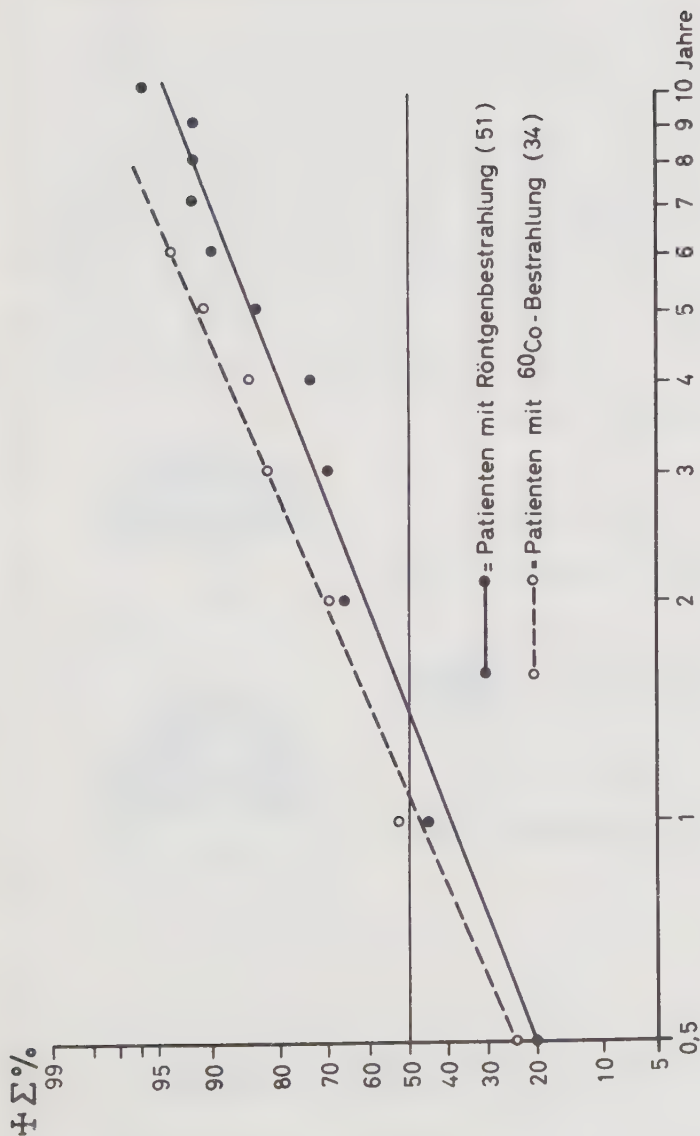


Abb. 5 Absterbekurve der Patienten mit Röntgenbestrahlung (51)
Absterbekurve der Patienten mit Co^{60} -Bestrahlung (34)

Die Abb. 4 und 5 zeigen den Vergleich der Absterberaten der einzelnen Patienten. Bemerkenswert ist, daß die Patienten mit Bulbusmitbestrahlung (57 Patienten) eine ähnliche Absterbekurve haben wie die des gesamten Patientengutes (117 Patienten). Hiermit ist die Berechtigung der Bulbusmitbestrahlung bewiesen: obwohl es sich bei den 57 Kranken um eine prognostisch weniger günstige Auswahl handelte, zeigt der Vergleich ihrer Überlebensrate mit der des Gesamtkrankengutes nur einen geringen Unterschied. Beide Gruppen haben eine 5-Jahres-Überlebensrate von ca. 20 %. Dieser Erfolg ist nur dadurch zu erklären, daß die Bestrahlung den bereits in die Orbita eingebrochenen Tumor bei einem Teil der Patienten wirksam und nachhaltig bekämpfen konnte.

C. KOMPLIKATIONEN AM AUGE NACH BESTRAHLUNG

Bei 57 Patienten unseres Krankengutes wurde der Bulbus mitbestrahlt. Komplikationen am Auge nach Bestrahlung traten - soweit angegeben - bei 28 Kranken auf. Von diesen 28 Patienten wurden 15 mit Kobalt-60 behandelt. Auf diese Gruppe haben wir unser besonderes Augenmerk gerichtet, da sie mit sehr hohen Dosen bestrahlt wurde und die schwersten Strahlenschäden aufwies. Abb. 6 zeigt den Anteil der Patienten, bei denen nach Bulbusmitbestrahlung Komplikationen auftraten.

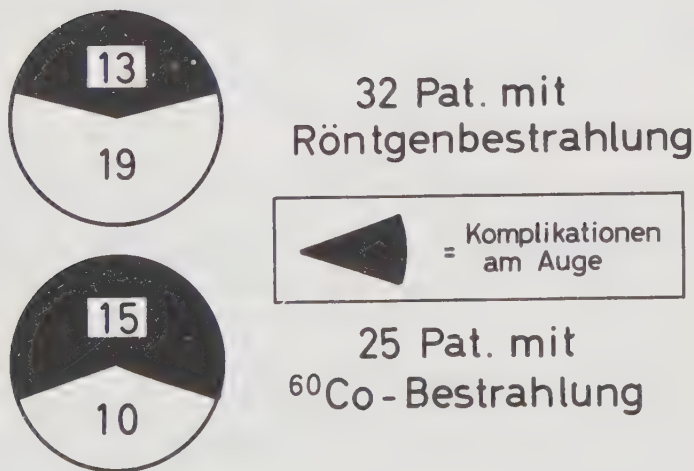


Abb. 6 Häufigkeiten von Komplikationen am Auge bei Mitbestrahlung des Bulbus (57 Patienten)

Die einzelnen anatomischen Teile des Auges unterscheiden sich nach entwicklungsgeschichtlicher Herkunft, nach Aufbau und Funktion. Daher ist es zu erklären, daß erhebliche Unterschiede in der Strahlenempfindlichkeit zu beobachten sind. F a n t a unterscheidet bei den durch Strahlen hervorgerufenen Veränderungen akute Erkrankungen, chronische Läsionen und Spätschädigungen. Zu den akuten Erkrankungen rechnet der Autor die Bindehautreizung und die oberflächliche Schädigung der Lid- und Bindehaut. Lichtscheu, Tränenfluß, Lidkrampf und glasig geschwollene Bindehaut werden als Symptome angegeben. Chronische Schädigungen führen zu Lidhautentzündung und zu Veränderungen der Bindehautgefäße. Sie erscheinen korkenzieherartig geschlängelt und weisen zahlreiche Einschnürungen auf.

Bei vorliegendem Krankengut wurden die strahlenbedingten Veränderungen am Auge in lenticuläre und extralenticuläre Schäden unterteilt.

1. Strahlenkatarakt

Unter den 57 Patienten, bei denen an der Strahlenklinik der Freien Universität der Bulbus mitbestrahlt werden mußte, wurde viermal eine Strahlenkatarakt beobachtet. Die Strahlendosis an der Linse lag zwischen 5000 und 8400 R. Drei Katarakte traten bis zum Ende des zweiten Beobachtungsjahres auf, eine erst fünf Jahre post radiationem. M e r r i a m fand unter 74 behandelten Patienten sieben Katarakte. B o o n e und Mitarb. führten die Strahlenkatarakt dagegen nur einmal unter Komplikationen bei der Behandlung von Nasennebenhöhlientumoren an. C l a u s et al. beobachteten bei sechs von 24 Patienten, deren vordere Augenabschnitte mit 8000 - 10 000 R belastet worden waren, eine Katarakt. Sie stellten sich am Ende des ersten Jahres oder im Laufe des zweiten Jahres nach Radiotherapie ein.

C h a l u p e c k ý beschäftigte sich als erster 1897 mit der Strahlenkatarakt. Er bestrahlte Meerschweinchen. Nach zwei Monaten entwickelte sich eine Katarakt. 1905 berichteten G u t m a n n und T r e u t l e r unabhängig voneinander von je einem Fall von Röntgenkatarakt beim Men-

schen. Erst 1929 veröffentlichte R o h r s c h n e i d e r in mehreren grundlegenden Arbeiten seine Ergebnisse der experimentellen Untersuchung über die Veränderung der Augenlinse durch Röntgenstrahlen. Seit dieser Zeit sind zahlreiche Arbeiten über strahleninduzierte Katarakte erschienen (G ä r t n e r , A d a c h i , H o r i u c h i , T h o m a s e t a l . , G r ü t z n e r , B r i t t e n e t a l . , J a c o b i und R ü t h e r sowie S c h a e f e r , P a r k e r e t a l . , H o s u k a w a , K a n d a r i , H a y e , J a m m e t und D o l f u s s).

Die Strahlenklinik der Freien Universität Berlin hat sich eingehend mit der Strahlenkatarakt beschäftigt. Nach K r o k o w s k i nimmt der Strahlenstar in der Reihe der somatischen Strahlenschäden eine Sonderstellung ein. Er gibt dafür fünf Gründe an :

1. Die Augenlinse ist als oberflächlich gelegenes Organ jeder von außen kommenden Strahlung direkt zugänglich.
2. Bereits relativ kleine Strahlendosen können eine Linsentrübung herbeiführen.
3. Bei wiederholten Bestrahlungen der Linse werden die applizierten Dosen weitgehend kumuliert.
4. Selbst geringfügige Linsentrübungen führen meist zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Funktion des Organs, des Sehvermögens, da die Trübung meist in der Sehachse beginnt.
5. Ein Strahlenschaden an der Augenlinse ist irreversibel.

Die Linse besitzt ein einschichtiges Epithel, das unter der Vorderkappe sitzt und sich bis über den Linsenäquator erstreckt. Von diesem Linsenepithel - der germinativen Zone - geht die Linsenfaserbildung aus. Diese Epithelzellen der germinativen Zone sind als der strahlenempfindlichste Teil der Augenlinse anzusprechen.

Die bei Tierversuchen gewonnenen Ergebnisse können nicht unmittelbar auf den Menschen übertragen werden, da gewisse physikalische und biologische Unterschiede gegenüber den Verhältnissen beim Menschen bestehen. Die Linse des Kaninchens besitzt im Durchschnitt eine Dicke von 4,5 bis 5,5 mm, die des Menschen 3,5 bis 4 mm. Andererseits weichen die Absorptionskoeffizienten der Linse von Mensch und Kaninchen kaum voneinander ab. Von E h l i n g und K r o k o w s k i werden für die formale Genese der Röntgen-

katarakt, die in ihrer Form weitgehend dem Feuerstar der Glasbläser gleicht, drei Grade als charakteristisch angeben:

1. Die Trübung der hinteren Naht. Sie beginnt mit Vacuolenbildungen an den peripheren Enden der hinteren Naht. Die Vacuolen verdichten sich zu kolbenförmigen Trübungen.
2. Die Rindenkatarakt. Ausgehend von den Trübungszentren an den peripheren Enden der Naht beginnt der degenerative Zerfall der subkapsulären Rindenschicht. Es manifestiert sich eine schleierartige Trübung der hinteren Cortikalis. Die Struktur der Katarakt entspricht den Verzweigungen der hinteren Linsen-naht. Danach wird die Cortikalis getrübt. In der Endphase der Kataraktgenese zerfallen die Linsenfaser und es bietet sich
3. die Totaltrübung der Linse.

Der zeitliche Beginn einer Nahttrübung läßt sich wesentlich leichter bestimmen als der einer Rinden- bzw. Totaltrübung. Abb. 7 stellt den Zusammenhang zwischen Trübungsgrad der Augenlinse, Latenzzeit und Strahlendosis dar.

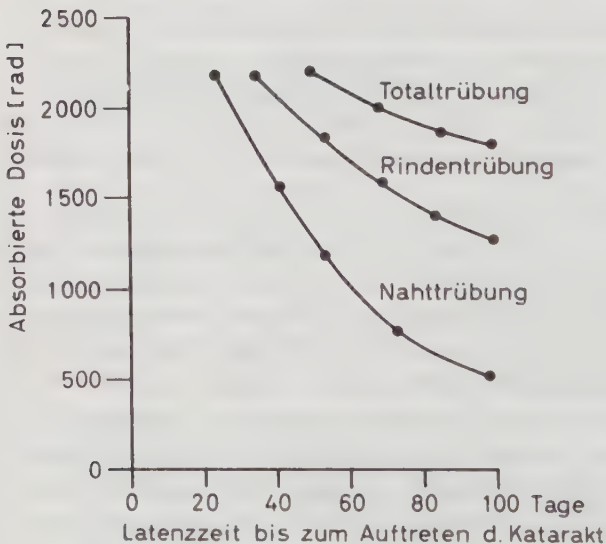


Abb. 7 Zusammenhang zwischen Trübungsgrad der Augenlinse des Kaninchens, Latenzzeit und Strahlendosis (nach Krokowski)

S a u t e r hat ebenfalls auf den Zusammenhang zwischen Trübung der Augenlinse und absorbiertter Dosis hingewiesen.

Nach S c h u m a n n ist eine vollständige Kataraktbildung nach Bestrahlung von anderen Starformen nicht mehr zu unterscheiden.

Neben der Trübung der Linse fanden K r o k o w s k i und E h l i n g bei ihren Tierversuchen eine Hemmung des Bulbuswachstums. Bei Jungtieren bewirkten 1000 rad eine Reduktion des Bulbusgewichts um 12 %, 2000 rad um 40 %. Bei ausgewachsenen Tieren beträgt die Gewichtsverminderung nach Absorption von 2000 rad dagegen etwa 2 %. Bei den Versuchen erwies sich eine wasserarme Diät als katarakthemmend. Dieser Effekt läßt sich durch die Korrelation von Linsentrübung und sogenannter Hydropisierung erklären. Eine normale Linse enthält ungefähr 60 bis 66 % Wasser. Bei Totaltrübung hat die Linse einen Wassergehalt von über 75 %.

Die Autoren geben als Schwellendosis für die Linsentrübung folgende Werte an :

1. Jugendliche 200 R
2. Erwachsene bei einmaliger Bestrahlung 200 R
3. Bei fraktionierter Behandlung bis zu 3 Monaten 300 R
4. Bei fraktionierter Behandlung über 3 Monate 500 R
5. Bei fraktionierter Behandlung über Jahre 800 R

K r o k o w s k i betont, daß die im Erfolgsorgan bzw. die im kritischen Organabschnitt absorbierte Dosis und nicht die Einfallsdosis oder die Strahlenqualität entscheidend ist. Zusammen mit E h l i n g hat er festgestellt, daß die Latenzzeit bis zum Auftreten der Nahttrübung von der Dosis und vom Alter des Tieres abhängt. Bei gleicher Dosis trübt sich die Linse älterer Tiere später als die der Jungtiere. Die größere Strahlenempfindlichkeit bei jugendlichen Linsen wird mit der Dynamik des Zellstoffwechsels begründet; so ist z.B. die Synthese der Desoxyribonukleinsäure bei jungen und alten Individuen quantitativ verschieden. Allein daraus könnte eine geringe Strahlensensibilität älterer Leute

resultieren. Infolge der Strahleneinwirkung kommt es zu einer Permeabilitätssteigerung der Linse, die zur Totaltrübung führt. Eine Sklerosierung der Linse wirkt der Wasseraufnahme entgegen und vermindert den Strahlenschaden. Eine wasserarme Diät verhindert die Linsentrübung nicht, verzögert sie jedoch deutlich. Eine normale Linse setzt sich zu 33 % aus Trockensubstanz und zu 67 % aus Wasser zusammen. Vom 40. Tag an nach der Bestrahlung stieg der prozentuale Wassergehalt auf 87 % und blieb in der Folgezeit auf dieser Höhe stehen. Bei wasserarm ernährten Tieren treten die gleichen Veränderungen um etwa 10 Tage verzögert ein. Der Zerfall der Linsenfasern ist also mit einer Wasseraufnahme verbunden. Die wasserarme Ernährung verlängert die Latenzzeit bis zur Manifestation von Totaltrübung und Gewichtszunahme der Linse. Röntgenstrahlen blockieren die Synthese der Desoxynukleinsäuren.

C o g a n et al. führten die Arbeiten von Rohrschneider fort und stellten fest, daß die Linsentrübung in jedem Stadium stehen bleiben kann. M e r r i a m und F o c h t untersuchten in einer Studie die Fragen nach der Minimaldosis, die eine Katarakt hervorruft und nach der Katarakt-häufigkeit bei steigender Dosis. Außerdem untersuchten sie den Effekt der Einzelbestrahlung gegenüber der fraktionierten Behandlung. Als niedrigste kataraktogene Dosis gaben sie bei Einmalbestrahlung 200 R an. Nach O e s e r und K l e b e r g e r verursachen Dosen unterhalb dieses katarakt-erzeugenden Schwellenwertes eine Wachstumshemmung der Linse. Durch Fraktionierung der Bestrahlung wird die Schwellendosis für die Katarakt heraufgesetzt. M e r r i a m et al. beobachteten die erste Katarakt vier Monate und die späteste 28 1/2 Jahre nach Bestrahlung. Der Durchschnitt lag bei zwei bis drei Jahren nach Bestrahlungsbeginn. C o g a n und D r e i s l e r beobachteten einen Zeitraum von zehn Jahren bis zum Auftreten der Katarakt. Eine Fraktionierung der Bestrahlung zögert den Beginn einer Katarakt hinaus. Alle Fälle, die ohne Rücksicht auf die Dauer der Behandlung 1150 R auf die Linse erhielten, entwickelten eine Katarakt. Tab. 6 zeigt die Kataraktabhängigkeit von Dosis und Fraktionierung, die die Autoren in ihrer Untersuchungsreihe fanden.

Tab. 6 Linsentrübung des menschlichen Auges in Abhängigkeit von Strahlendosis und Fraktionierung (nach Merriam)

STRAHLENAPPLIKATION	SCHWELLENDOSIS DER LINSENTRÜBUNG
Einzeitbestrahlung	200 R
Fraktionierte Bestrahl. 3Wo-3Mo	400 R
Fraktionierte Bestrahl. ü. 3 Mo	550 R
DOSIS	HÄUFIGKEIT DER LINSENTRÜBUNG
Fraktioniert 3 Wochen-3 Monate	
350 - 550 R	44 %
550 - 950 R	60 %
950 -1150 R	75 %
1400 R	100 %

Das Ausmaß eines somatischen Strahlenschadens kann nach K r o k o w s k i und E h l i n g in hohem Maße vom Erbgut abhängen. Mit Aufhellung des Pigmentes geht eine Zunahme der Strahlenresistenz einher.

Für die Entstehung einer Katarakt können auch nukleare Katastrophenfälle verantwortlich sein. Nach der Atombombenexplosion in Japan 1945 war das Auftreten des grauen Stars bei der betroffenen überlebenden Bevölkerung und bei den in utero exponierten Kindern ein häufiges Ereignis. Die Strahlenkatarakt stand unter den Spätschäden nach Erhöhung der Leukämierate an zweiter Stelle. Nach Angaben von J e n s e n wurde kein Fortschreiten und keine Rückbildung der Katarakt festgestellt. Der Autor zitiert M a s u d a, nach dem innerhalb der Zone zwei Kilometer vom Explosionszentrum entfernt bei 48 %, zwischen zwei und drei Kilometer

bei 20 % und zwischen drei und vier Kilometer bei 5 % der Überlebenden Linsentrübungen festgestellt wurden, die bei jungen Menschen häufiger beobachtet wurden. Abb. 8 veranschaulicht die Häufigkeit der Strahlenkatarakt nach der Atombombenexplosion in Japan 1945. Die Explosion verursachte neben der Linsentrübung häufig eine Totalepilation. Von 52 Totalepilierten hatten 47 eine Katarakt.

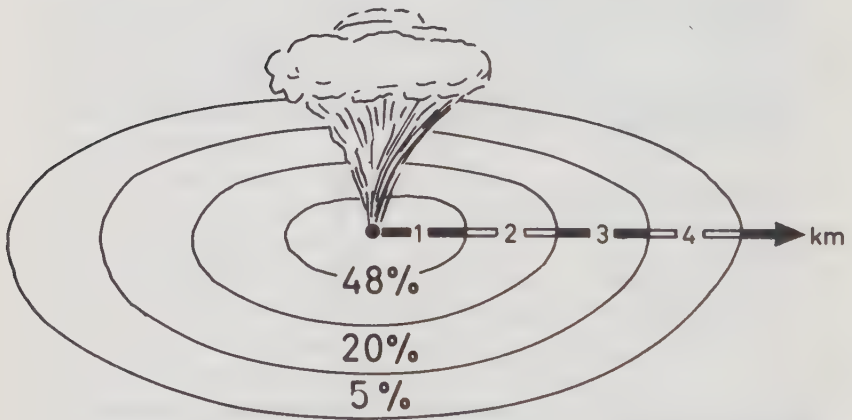


Abb. 8 Häufigkeit der Strahlenkatarakt nach der Atombombenexplosion in Japan (nach Jensen)

2. Extralenticuläre Schäden

Die Kenntnisse über Strahlenveränderungen an den übrigen Abschnitten des Auges sind, gemessen an denen der Linse, wesentlich geringer.

Die extralenticulären Schäden wurden in reversible und irreversible unterteilt.

a. reversibel

Unter die reversiblen bzw. leichten Fälle der extralenticulären Schäden wurden die Conjunctivitis, das Lidödem, das Ektropium der Lider, die Epilation der Wimpern und die verstärkte Tränensekretion eingeordnet. Bei mehreren Patienten traten verschiedenartige Komplikationen gleichzeitig auf. In Tab. 7 sind die reversiblen Schäden tabellarisch dargestellt.

Tab. 7 Reversible bzw. leichte Strahlenschäden (bei 28 Pat. von insgesamt 57, bei denen die Mitbestrahlung des Bulbus unvermeidbar war)

S T R A H L E N S C H Ä D E N	A N Z A H L d. Patienten
Conjunctivitis	28
Lidödem	10
Verstärkte Tränensekretion	3
Epilation der Wimpern	2
Ektropium	2

Unter den 57 Patienten, bei denen der Bulbus mitbestrahlt werden mußte, wurde bei 28 Patienten eine Conjunctivitis beobachtet. Sie trat drei bis fünf Wochen post radiationem auf und klang nach durchschnittlich drei bis vier Monaten wieder ab. Bei zwei Patienten kam es zu starken katarrhalischen Erscheinungen mit Hyperämie und schleimig-eitriger Absonderung. Die Patienten waren lichtscheu und verspürten starkes

Brennen und Reiben "im Auge". Diese beiden Fälle von Conjunctivitis verhielten sich gegenüber der Therapie sehr hartnäckig und nahmen erst nach acht bis zehn Monaten an Schwere ab.

Lidödeme wurden bei zehn Patienten beobachtet. Ektropium und Epilation der Wimpern traten bei zwei Patienten auf. Eine verstärkte Tränensekretion wurde bei drei Kranken nach der Bestrahlung gefunden.

b. irreversibel

Da bei der Behandlung mit dem Kobaltgerät ohne Rücksicht auf das Auge hohe kurative Tumordosen verabfolgt wurden, mußten einige schwere irreversible, extralenticuläre Augenschäden in Kauf genommen werden. Der Bulbus wurde mitbestrahlt und das Risiko solcher Schäden auf sich genommen, da im Hinblick auf das Grundleiden diese Komplikationen zweitrangig sind. Strahlenschäden - durch hohe Dosen hervorgerufen - wurden vorwiegend an Tierversuchen beobachtet (Brunst, Cibes et al., Lommatszsch et al., Blodi, Bergrium, Klug et al.). Strahlenbedingte, irreversible Schäden am menschlichen Auge nach Telekobaltbestrahlung sind in der deutschsprachigen Literatur kaum berücksichtigt (Kleberger, Claus). Bei zwei Patienten unseres Krankengutes wurde ein Sekundärglaukom beobachtet. Nach Haye, Jammert und Dolfuss stellt das Strahlenglaukom eine der schwersten und am meisten zu fürchtende Komplikation nach Radiotherapie dar, da es keiner erfolgreichen Behandlung zugänglich ist. Die Autoren sehen für die Entstehung drei Ursachen an :

1. Iridocyclitis, die fulminant wie auch subakut auftreten kann, wobei eine Synechie zur Blockade des Kammerwasserabflusses führt.
2. Pigmentabwanderung. Die Pigmente wandern ab und ziehen eine Obstruktion der Trabekelporen nach sich. Die Verlegung der Schlemm'schen Kanäle und der übrigen Abflußwege durch Pigmentepithel mit nachfolgender intraocularer Drucksteigerung konnte Haye mit seinen Mitarb. tierexperimentell am Meerschweinchen nachweisen.
3. Vasculäre Veränderungen. Ziliarkörper und Iris sklerosieren. Es kommt zu einer Leukozyteninfiltration. Die Venen obliterieren.

Das Glaukom tritt nach einer Strahlenbehandlung verhältnismäßig selten auf. P e t e r beobachtete nur einmal unter seinem Krankengut das Auftreten dieser Komplikation, die sich ein Jahr nach der Erkrankung manifestierte.

Dreimal führte bei unserem Krankengut die Bestrahlung zu Veränderungen der Cornea. Sie reichten von einer Anaesthesie der Hornhaut über Trübung derselben bis zum Hornhautulcus. Alle 3 Patienten erhielten Dosen zwischen 6000 und 10 000 R. Die früheste Strahlenreaktion trat nach drei Monaten auf. Diese Ergebnisse decken sich mit denen von C l a u s et al. Diese fanden bei 24 Patienten, die sie mit 8000 bis 12 000 R bestrahlten, 8 Patienten mit Hornhautulcerationen, die drei bis sechs Monate post radiationem evident wurden. Genaue Untersuchungen über Hornhautveränderungen bei Tieren nach Bestrahlung führte B r u n s t aus. In einer Versuchsreihe bestrahlte der Autor den Kopf von 30 Axoloten. 53 Tage nach der Bestrahlung konnte er drei Grade der Corneaschädigung feststellen:

1. Entwicklung der Pigmentzellen zwischen den Zellen des Cornealepithels
2. Mäßige Verdickung des Epithels und der Substantia propria mit exzessiver Pigmentbildung
3. Weitere Verdickung des Epithels und der Substantia propria bei extensiver Entwicklung der Leydig'schen Zellen. Einwanderung der Blutgefäße in die Hornhaut.

Eine Cornealnekrone mit Expulsion der Linse haben

L i n n e l l u. Mitarb. beschrieben. Nach Ansicht der Autoren ist die herabgesetzte Sensivität der Cornea bis zur kompletten Anaesthesie ein frühes Zeichen von Strahlenschädigungen der Hornhaut. B i r c h -

H i r s c h f e l d beschrieb wohl als erster 1904 vaskularisierte Narben nach einem Ulcus an der Cornea bei behandelten Patienten. Nach hochdosierter Strahlenbehandlung werden Zellschichten der Cornea reduziert. Die Schicht der zylindrischen Basalzellen werden - wie der Autor beobachtete - auf große Strecken in Plattenepithel verwandelt.

B l o d i gibt aufgrund seiner experimentellen Tierversuche nach hochdosierter Bestrahlung als erste Reaktion das

Cornealödem an. Daran schließt sich eine Verdünnung oder Verlust des Stromas und zuletzt sogar die Perforation an.

Bei sechs Patienten unseres Krankengutes war der Visus herabgesetzt, bei zwei von ihnen ganz erheblich. Diese mehr oder weniger starke Seheinbuße bestand schon vor Bestrahlungsbeginn durch tumorbedingte Opticusatrophie.

Drei Kranke klagten über Schleiersehen nach der Behandlung. Bei einem Patienten trat eine Hornhautulceration in Kombination mit einem Irisprolaps auf.

Als Strahlenschäden der Iris kommen nach H a y e et al. drei Formen in Frage :

1. Pigmentveränderungen
2. degenerative Gefäßveränderungen
3. eine ausgeprägte Iridocyclitis

Sechsmal wurde ein Enophthalmus beobachtet.

Es konnte nicht geklärt werden, ob durch hohe Bestrahlungsdosen eine Verkleinerung des retrobulbären Raumes oder eine Atrophie des Bulbus hervorgerufen wurde. Möglicherweise sind beide Faktoren für das Erscheinungsbild verantwortlich. Vier Patienten sind nicht augenärztlich untersucht worden. Die Diagnose Enophthalmus beruht daher nicht auf fachärztliche Befunderhebung. Die Atrophie ist nach H a y e et al. durch zahlreiche Hämorrhagien und eine Ablatio retinae als Folge hochdosierter Bestrahlung bedingt.

Ein Exophthalmus trat dagegen bei sieben Patienten auf. Bei fünf von ihnen wurde das Auge nachweislich durch infiltrierende Tumormassen verdrängt. Tab. 8 gibt eine zusammenfassende Übersicht der Schäden, die wir bei unserem Patientengut fanden.

Tab. 8 Strahlenschäden am Bulbus und Umgebung

Abkürzungen in Tab. 8 :

KH	=	Kieferhöhle
SB	=	Siebbein
ORB	=	Orbita
NNH	=	Nasenhaupthöhle

Tab. 8 Strahlenschäden am Bulbus und Umgebung (28 Patienten)

Patienten	reversibel				irreversibel									Dosis R		Überlebenszeit Jahr/ Monat	
	Conjunctivitis	Lid - oedem	Epi-lation d. Wimpern	Ektropium	Vergärtete Tränensekretion	Cornea-schäden	Iris-prolaps	Schleier-sehen	Blutung d. Vorderkammer	Sekundär-glaukom	Katarakt	Herauf-gesetzter Visus	Enophthal-mus	Exophthal-mus	Lokalisation d. Tumors		
Im.															KH	1000	1/1
Ho.															SB	1000	3/1
Gr.															KH	1800	0/8
Gl.															SB	2600	0/10
Ga.															SB	6000	0/5
Ka.															SB	1000	0/11
Kl.															KH	2000	4/5
Kn.															SB	5000	0/10
Kr.															KH	5000	0/10
Mü.															KH	5600	5/1
Dr. M															KH	6000	1/11
Pi.															SB	8100	0/12
Pr.															KH	2000	5/4
Re.															SB	7000	0/2

Patienten												reversibel	irreversibel	Überlebenszeit		
Sc.	St.	Sch.	Vo.	Hb.	La.	Ro.	Bu.	Gr.	La.	Vb.	Wl.					
													Conjunctivitis			
													Lid - oedem			
													Epilation d. Wimpern			
													Ektropium			
													Verstärkte Tränensekretion			
													Cornea-schäden			
													Iris - prolaps			
													Schleier-sehen			
													Blutung i. d. Vorderkammer			
													Sekundär-glaukom			
													Katarakt			
													Herabge-setzter Visus			
													Enoph - thalmus			
													Exoph - thalmus			
													Lokalisation d. Tumors	KH	6000	0/4
													Dosis R			
													Jahr/ Monat			
														ORB	11700	1/3
														SB	5400	0/5
														SB	8400	2/1
														ORB	4000	1/10
														ORB	3000	1/6
														NNH	8400	6/7
														ORB	5200	0/5
														SB	10000	2/5
														KH	5000	2/6
														KH	6000	6/8
														KH	1000	6/3
														KH	6900	4/1
														SB	4000	1/3

Von anderen Autoren werden außer den in obiger Tabelle aufgeführten Schäden noch lochförmige sequestrierende Skleranekrosen angegeben. J o n e s und R e e s e veröffentlichten drei Fälle, bei denen Monate bis Jahre nach der Strahlenbehandlung diese Veränderungen der Sklera auftraten.

Retina und Nervus opticus werden als wenig strahlenempfindlich angesehen. Es muß aber erwähnt werden, daß durch Kataraktbildung, Hornhautschäden usw. eine Beurteilung dieser Augenabschnitte sehr erschwert wird. Am Tier konnten H a y e et al. sichere Gefäßveränderungen der Retina nach einer relativ hohen Dosis von 13 000 rad nachweisen.

3. Abhängigkeit der Strahlenschäden von

a. Bestrahlungsart und b. Dosis

Nach K r o k o w s k i ist lediglich die absorbierte Dosis und nicht die Strahlenqualität von Bedeutung. Die Wirksamkeit verschiedener Strahlen wird durch die relative biologische Wirksamkeit (RBW) verschiedener Strahlenarten gekennzeichnet. Elektronen besitzen die gleiche, Neutronen - wegen ihrer Ionisationsdichte - eine größere RBW als Röntgenstrahlen. In Tab. 9 ist die relative biologische Wirksamkeit verschiedener Strahlenarten zusammengestellt.

Tab. 9 Relative biologische Wirksamkeit der Strahlenarten

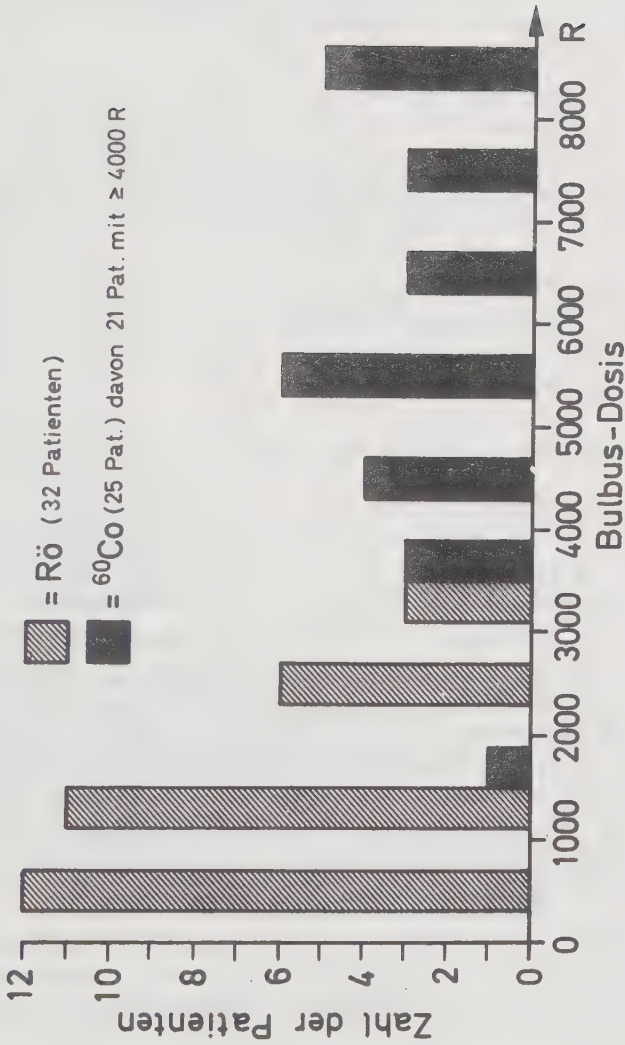
STRAHLENART	Rö.-Str. 60 - 250 KV	Co ⁶⁰ 1,23 MeV	Elektro- nen	Neutronen	
				0,3 MeV	14 MeV
RBW	1	0,9	1	9	11

Bei den beobachteten Patientengut wurde die Behandlung teils mit Kobaltperlen, teils mit Röntgenstrahlen und mit dem Kobaltgerät durchgeführt. Die Telekobaltbestrahlung ermöglicht es, die Tumoren hochdosiert zu behandeln. So ist es zu erklären, daß die Patienten gerade bei dieser Behandlungsart die schwersten Veränderungen am Auge aufwiesen.

Abb. 9 zeigt den Zusammenhang zwischen Höhe der applizierten Dosis und Bestrahlungsmethode. Dosen oberhalb 4000 R bis 11 000 R am Bulbus wurden lediglich mit dem Kobaltgerät erreicht.

Es wurde beobachtet, daß die Häufigkeit der Schäden am Auge mit steigender Dosis von 4000 R an zunahm.

Bestrahlungsart und Dosis bei 57 Patienten (Auge mitbestrahlt)



Die Spanne der Behandlungsdosen unter Mitbestrahlung des Bulbus lag zwischen 1000 und 11 000 R. Bei ungefähr 4000 R scheint aufgrund unserer Ergebnisse das Risiko für irreversible Schäden erheblich anzusteigen. Alle oben angeführten schweren Veränderungen am Auge lagen oberhalb der Behandlungsdosis von 4000 R. Diese Dosen lassen sich erst mit der Telekobalteinheit erreichen. Bei den drei Patienten mit Hornhautläsionen lag die niedrigste Dosis bei 5600 R, die höchste bei 10 000 R. Eine Hornhautanaesthesie stellte sich bei der niedrigsten Dosis ein. Bei 6000 R wurde eine Trübung der Hornhaut sichtbar. Bei der höchsten Dosis von 10 000 R trat in Kombination mit Hornhautulcera gleichzeitig ein Irisprolaps mit Sekundärglaukom auf. Ein Patient, der mit 8400 R bestrahlt worden war, zeigte das Bild einer Einblutung in die Vorderkammer, die ebenfalls von einem Sekundärglaukom begleitet war. Außerdem stellte sich bei dem Kranken noch eine Katarakt ein.

c. Zeit des Auftretens der Schäden nach Bestrahlung

Neben der Dosis ist die Zeit post radiationem für das Auftreten der Augenveränderungen von entscheidender Bedeutung. Da die Mortalität der Patienten mit Tumoren im Bereich der Nasennebenhöhlen gerade in den ersten Jahren (s. Abb. 4) hoch ist, erleben viele Patienten gar nicht erst den Zeitraum, in dem schwere Strahlenschäden manifest werden. Somit ist die Berücksichtigung des Zeitfaktors eine unbedingte Forderung, da die irreversiblen Schäden am Auge überhaupt erst bei längerer Beobachtungs- bzw. Überlebenszeit erfaßt werden können. Es ergibt sich also, daß eine Prozentangabe über die Häufigkeit von Strahlenschäden am Auge, bezogen auf ein Gesamtkrankengut, ohne Relation zur Überlebensrate ohne Wert ist.

Unter zehn Patienten, die zwei Jahre post radiationem überlebten, wurden vier Patienten mit schweren Veränderungen am Auge beobachtet. Die Komplikationsrate beträgt somit $40 \pm 29,6\%$ (± 25).

Abb. 10 gibt Auskunft über den Zeitpunkt der Veränderungen, die nach der Bestrahlung auftraten.

Co-Bestrahlung mit Bulbus Dosen ≥ 4000 R

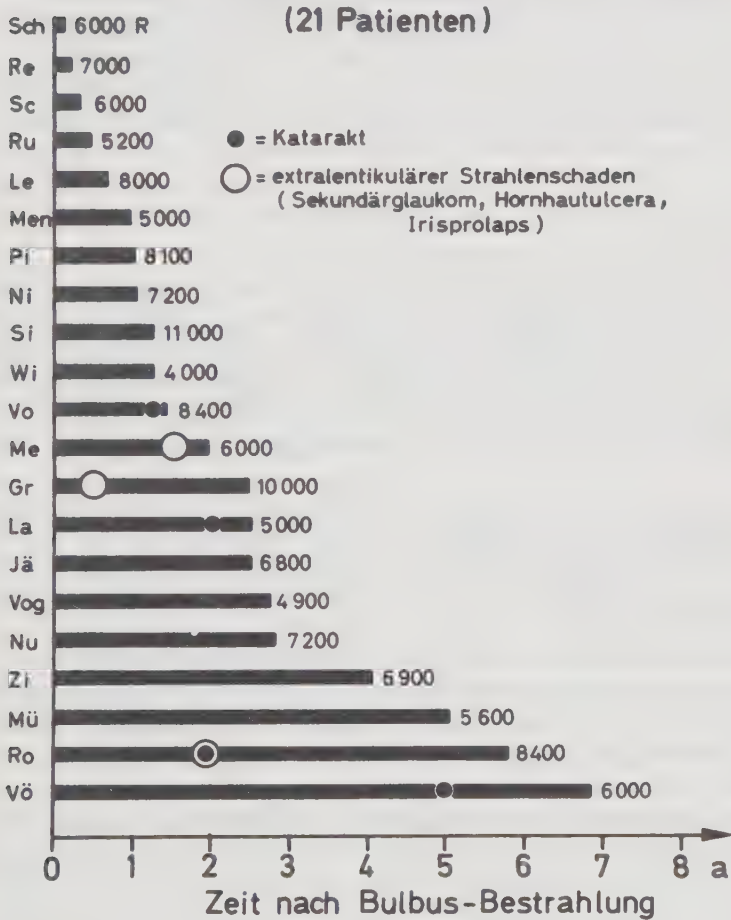


Abb. 10 Zeitpunkt des Auftretens der Schäden

Zwei Beispiele sollen den zeitlichen Ablauf der Strahlenschäden darlegen :

Ein 78-jähriger Patient wurde wegen eines rundzelligen Kieferhöhlensarkoms re. mit Einbruch in die Orbita - das rechte Auge war deutlich hervorgetreten - unter Einbeziehung des Bulbus in das Bestrahlungsfeld mit 6000 ROD behandelt. Sechs Wochen nach der Bestrahlung klagte der Patient über Lidödem und Conjunctivitis. Ein halbes Jahr später ließ der Visus zunehmend nach. Das bestrahlte Auge bot das Bild eines Enophthalmus. Achtzehn Monate post radiationem war die Hornhaut stark getrübt, der Visus aufgehoben. Knapp zwei Jahre nach Therapie starb der Patient.

Ein anderes Beispiel zeigt einen schweren Grad der Strahlenschäden :

Eine 77-jährige Patientin wurde wegen eines undifferenzier-ten Siebbeinkarzinoms von zwei Feldern mit einer Dosis von 10 000 ROD behandelt. Vier Wochen post radiationem stellten sich Blepharitis und Conjunctivitis ein. Nach weiteren zwei Monaten traten Hornhautulcera auf. Sieben Monate nach Bestrahlung wurde eine spontane Perforation mit Irisprolaps festgestellt, der Druck des bestrahlten Auges stieg auf 60 mmHg. Eine Enukleatio war unumgänglich.

Ebenfalls mußte eine Enukleatio bei einem 72-jährigen Patienten wegen einer Iritis und eines Sekundärglaukoms als Folge der Bestrahlung (8400 ROD) neun Monate post radiationem vorgenommen werden.

Von den vier Katarakten, die wir beobachteten, traten drei innerhalb von zwei Jahren nach Bestrahlung auf. Dieser Zeitraum liegt unter dem Durchschnittswert, der allgemein in der Literatur angegeben wird. Nur bei einer Patientin, die mit einer Dosis von 6000 ROD bestrahlt wurde, dauerte es bis zum Auftreten der Katarakt fünf Jahre. Diese Tatsache ist darüberhinaus interessant, da die Patientin erst 22 Jahre alt war.

d. Geschlecht und Lebensalter

Die strahlenbedingten Veränderungen am Auge traten beim männlichen und weiblichen Geschlecht mit gleicher Häufigkeit auf. Soweit sich Aussagen machen lassen, gehen die jüngeren Patienten bei der strahlentherapeutischen Behandlung von Nasenne-

benhöhlen kein stärkeres Risiko als die älteren Patienten ein.

D. BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Angesichts der Komplikationen stellt sich die Frage nach der Rechtfertigung der zum Teil schweren Augenschäden durch den Therapieerfolg.

Wenn man die Absterbekurve (S. 24) betrachtet, so ist auffällig, daß Patienten, bei denen der Bulbus in das Bestrahlungsfeld miteinbezogen wurde, ungefähr dieselbe Überlebensrate aufweisen wie das gesamte Patientengut. Das ist insofern bemerkenswert, da man sich gerade in progredienten Fällen für eine Mitbestrahlung des Bulbus entschieden hatte. Von diesen beiden Gruppen leben nach fünf Jahren noch ungefähr 20 %. Dieses Ergebnis läßt sich nur dadurch erklären, daß bei der Bulbusmitbestrahlung unter hohen Dosen der bereits in die Orbita eingebrochene Tumor wirksam und nachhaltig bekämpft werden konnte. Die hohen Dosen wurden mittels eines Kobaltgerätes an den Tumorherd gebracht.

Unter den irreversiblen Schäden - Hornhautschäden, Sekundärglaukom, Irisprolaps - betrug bei dem vorliegenden Krankengut nach Mitbestrahlung des Bulbus die Komplikationsrate $40 \pm 29,6 \%$ (4 von 10 Kranken) bei einer Überlebenszeit von zwei Jahren. Diese hohe Komplikationsrate muß man unter dem Gesichtspunkt betrachten, daß diese Patientengruppe ein prognostisch äußerst ungünstiges Krankheitsbild bot und als Alternative nur noch die Exenteratio in Frage kam. Weiterhin muß man den Zeitfaktor berücksichtigen, da besonders schwerwiegende irreversible Strahlenschäden am Auge erst nach längerer Latenz- bzw. Überlebenszeit auftreten. Viele Patienten erleben gar nicht erst die strahlenbedingten Veränderungen am Auge wegen der großen Mortalität der Kranken mit Tumoren im Bereich der Nasennebenhöhlen in den ersten Jahren nach Stellung der Diagnose. Gerade die Patienten aber, bei denen die Behandlung mit hohen Dosen zur Tumorvernichtung führt, müssen mit einer strahlenbedingten Komplikation am Auge rechnen und zwar desto mehr, je länger sie leben.

ZUSAMMENFASSUNG

117 Patienten mit Tumoren der Nasennebenhöhlen bildeten das Krankengut der vorliegenden Arbeit.

Es wurde auf die Histologie und die Lokalisation der Geschwülste eingegangen und die Indikation zur Bestrahlung abgegrenzt.

Bei 57 Patienten war eine Mitbestrahlung des Bulbus nicht zu vermeiden. Die bei der Bestrahlung auftretenden Veränderungen am Auge wurden in lenticuläre und extralenticuläre unterteilt, wobei auf letztere besonderes Gewicht gelegt wurde, zumal sie in der deutschsprachigen Literatur nur selten zu finden sind.

Es wurden Hornhauttrübungen und Hornhautulcerationen, Sekundärglaukome, Irisprolaps und Einblutung in die Vorderkammer beobachtet.

Bei hochdosierter Telekobalttherapie betrug bei einer Überlebenszeit bzw. Beobachtungszeit von zwei Jahren die Komplikationsrate $40 \pm 29,6\%$ ($\pm 2\sigma$).

LITERATURVERZEICHNIS

- ADACHI, T.,
HORIUCHI, J.: The effects of radiation on the hard tissues. The effect of radiation on the lens.
Bull. Tokyo med. dent. Univ. 8, 135 (1961)
- ALBRECHT, R.: Übersicht über den heutigen Stand der Heilergebnisse bei den Nasenhöhlenmalignomen.
Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 333 (1959/60)
- ALBERTINI, A.: Histologische Geschwulstdiagnostik.
Georg Thieme, Stuttgart, 1967
- BACLESSE, F.: Les ca. du sinus maxill. de l'ethmoïde et des fosses nasales.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 69, 465 (1952)
Zit. n. WUSTROW
- BECKER, J.,
SCHEER, K.E.: Strahlentherapeutische Anwendung von radioaktivem Kobalt in Form von Perlen.
Strahlentherapie 86, 4 (1952)
- BECKER, J.,
SCHUBERT, G.: Die Supervolttherapie.
Georg Thieme, Stuttgart, 1961
- BECKER, W.,
MATZKER, J.: Zur Diagnose und neuzeitlichen Therapie des Nasennebenhöhlenkarzinoms.
Dtsch. Med. Wschr. 80, 1905 (1955)
- BERGRUIN, L.S.: Morphological changes in the iris under the action of ionizing irradiation.
Ophthal. Z. 21, 218 (1966)
- BLODI, F.C.: The effects of experimental X-radiation on the cornea.
Arch. Ophthal. 63, 44 (1960)
- BLOHMKE, A.: Bösartige Hals-Nasen-Ohrengeschwülste.
Strahlentherapie 84, 55 (1951)
- BOAG, J.W.: The presentation and analysis of the results of radiotherapy.
Brit. J. Radiol. 21, 128, 189 (1948)
- BOONE, M.L.M.,
HARLE, Th.S.,
HIGHOLT, H.W.,
FLETSCHER, G.H.: Malignant disease of the paranasal sinuses and nasal cavity. Importance of precise localization of extent of disease.
Amer. J. Roentgenol. 102, (1968)
- BIRCH-HIRSCHFELD, A.: Zur Frage der Schädigung des Auges durch Röntgenstrahlen.
Strahlentherapie 12, 565 (1921)
- BRUNST, V.V.: The effects of X-radiation on the eye of the one-year-old axolotl.
Exp. Eye Res. 5, 116 (1966)
- BRUNST, V.V.: Acute radiation injury to the eye in the adult axolotl.
Amer. J. Roentgenol. 100, 948 (1967)

- BRUNST, V.V.: The response of the cornea of the adult axolotl to X-radiation.
Exp. Eye Res. 4, 127 (1965)
- BRITTEN, M.J.A.,
HALNAU, K.E.,
MEREDITH, W.J.: Radiation cataract new evidence on radiation dosage to the lens.
Brit. J. Radiol. 39, 612 (1966)
- BUGNETTI, G.,
LEONARDELLI, G.B.,
PIGNATARO, O.: Die malignen naso-paranasalen Tumoren. Statistik über 169 Fälle.
J. franc. Oto-rhino-laryng. 10, 163 (1961)
- CASTAGLIANO, S.G.,
ROMINGER, C.J.: The management of malignant neoplastic disease involving the maxillary antrum. Report of three cases of total ablation of the ethmoid labyrinth.
Arch. Otolaryng. 67, 276 (1958)
ref. i. Zbl. ges. Radiol. 59, 302 (1958)
- CHALUPECKY, H.: Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge und die Haut.
Zbl. prakt. Augenheilk. 21, 234 (1897)
- CHAOU, H.,
WACHSMANN, F.: Die Nahbestrahlung.
Georg ThiemeVerlag, Stuttgart, 1953
- CIBES, P.,
NOELL, W.,
EICHE, B.: Arch. Ophthal. (Paris) 53, 651 (1955)
Zit. n. KLUG, H., LOMMATZSCH, P., HENKE, ST.
- CLAUS, H.G.,
DIETHELM, L.,
CULLMANN, B.: Der Einfluß einer hochdosierten Gammastrahlung auf das menschliche Auge. Strahlentherapie 136, 395 (1968)
- COGAN, D.G.,
DONALDSEN, D.D.,
REESE, A.B.: Clinical and pathological characteristics of radiation cataract.
AMA Arch. Ophthal. 47, 584 (1952)
- COGAN, D.G.,
DREISLER, K.K.: Minimal amount of X-ray exposure causing lens opacities in the human eye.
Arch. Ophthal. 50, 30 (1953)
- EHLING, U.,
KROKOWSKI, E.: Schäden durch Röntgenstrahlen am Kaninchenauge in Abhängigkeit von Dosis und Strahlenqualität.
Fortschr. Röntgenstr. 86, 469 (1957)
- EHLING, U.,
KROKOWSKI, E.: Die Entwicklung der Radiokatarakt in Abhängigkeit vom Wassergehalt der Linse.
Fortschr. Röntgenstr. 88, 360 (1958)
- FANTA, H.: Die Gefährdung des Auges durch Strahlen.
Wien. med. Wschr. 116, 1099 (1966)
- FANTA, H.: Die Gefährdung des Auges durch Strahlen.
Wien. med. Wschr. 50, 1999 (1966)

- FINCK, W.: Zur strahlentherapeutischen Behandlung der malignen Kiefertumoren. Strahlentherapie 93, 68 (1954)
- FLEISCHER, K.: Diskussionsbemerkung. Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 281 (1959/60)
- FOCHT, E.F.,
MERRIAM, G.R.,
SCHWARTZ, M.,
VELASQUEZ, J.,
MC NEILL, D.: A method of radiation cataract analysis and its uses in experimental fractionation studies. Radiology 87, 465 (1966)
- FRAZELL, E.L.,
LEWIS, J.S.: Cancer of the nasal cavity and accessory sinuses. A report of the management of 416 patients. Cancer 16, 1293 (1963)
- FREGNI, R.: Die Epitheliome der Oberkiefersieb-
beingeend und des inneren Augenwinkels
mit orbitärer Entwicklung. Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 278 (1959/60)
- FRENZEL, H.: Diskussionsbemerkung. Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 282 (1959/60)
- GÄRTNER, J.: Über den Verlauf des Röntgenstars am
desympathisierten Kaninchenauge.
Ein Beitrag zur Frage der einseitigen
spontanen Katarakt. Graefe's Archiv Ophthal. 162, 471 (1960)
- GUTMANN, G.,
TREUTLER, B.: 32. Ber. ophthal. Ges., 338 (1905)
Zit. n. KROKOWSKI, E.
- GÜNNEL, F.: Kritische Überlegungen zur Beurteilung
der Oberkieferkarzinome. Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 352 (1959/60)
- GRÜTZNER, P.: Roentgen cataract. Klin. Mbl. Augenheilk. 149, 243 (1966)
- HAYE, C.,
JAMMET, H.,
DOLLFUS, M.A.: L'oeil et les radiations ionisantes. Masson & Cie, Editeurs, Paris, 1965
- HOMMERICH, K.W.: Die Geschwülste der Nase und Nasenne-
benhöhlen. In BEHRENDEN, J., LINK, R., ZÖLLNER, F.:
Kurzes Handbuch der HNO-Heilkunde, Bd. I
Georg Thieme, Stuttgart, 1964

- HOSOKAWA, Y.: Experimental study on radiation cataract.
Acta Soc. Ophthal. Japan 71, 126 (1967)
- HUIZINGA, E.: Karzinom der Kieferhöhle.
Zbl. Ges. Radiol. 51, 262 (1956)
- INGALLS, R.G.: Orbital tumors.
Amer. J. Ophthal. 32, 1595 (1949)
- JACOD, M.: Formes chirurgicales des epitheliomas ethmoide-maxillaires, leurs traitement par l'association roentgentherapie-chirurgie.
J. franc. Oto-rhino-laryng. 3, 439 (1954)
ref. i. Zbl. Hals-Nas.-u. Ohrenheilk. 52, 171 (1955)
- JACOBI, K.W.,
RÜTHER, W.: Strahlenschädigung und Strahlenschutz am Auge.
I. Mitteilung, Wehrmedizin 5, 13 (1967)
- JENSEN, G.: Über Spätschäden nach den Atombombenexplosionen in Japan.
Strahlentherapie 108, 609 (1959)
- JESSE, R.H.: Preoperative versus postoperative radiation in the treatment of squamous carcinoma of the paranasal sinuses.
Amer. J. Surg. 110, 552 (1965)
- JONASCH, A.: Zur Entstehung bösartiger Geschwulste im Bereich der Nasenhaupt- und -nebenhöhlen.
Z. Laryng. Rhinol. 36, 523 (1957)
- JONES, I.S.,
REESE, A.B.: Arch. Ophthal. 49, 633 (1953)
Zit. b. WACHTLER
- KANDARI, F.: Studies on radiation cataract.
Amer. J. Ophthal. 41, 627 (1964)
- KLEBERGER, K.E.,
GERSTENBERG, E.,
KROKOWSKI, E.: Gefährdung des Augapfels durch moderne Strahlentherapie bei augennahen Tumoren.

(in Vorbereitung)
- KLUG, H.,
LOMMATZSCH, P.,
HEMKE, St.: Die submikroskopischen Strukturveränderungen der Fotorezeptoren nach Einwirkung ionisierender Strahlen.
Strahlentherapie 130, 391 (1966)

- KROKOWSKI, E.,
EHLING, U.: Wachstumshemmung der Linse am röntgenbe-
strahlten Kaninchenauge.
Fortschr. Röntgenstr. 87, 222 (1957)
- KROKOWSKI, E.,
EHLING, U.: Die Entwicklung der Radiokatarakt in Ab-
hängigkeit vom Alter.
Fortschr. Röntgenstr. 88, 591 (1958)
- KROKOWSKI, E.,
EHLING, U.: Strahlenbelastung und Strahlengefährdung
des Auges.
Dtsch. Med. Wschr. 87, 2081 (1962)
- KROKOWSKI, E.: Strahlengefährdung der Augenlinse.
Strahlenschutz in Forschung u. Praxis, Bd.6
- KROKOWSKI, E.,
EHLING, U.: Strahlengefährdung, Strahlenschäden und
Strahlenschutz am Auge.
Radiol. Austriaca 14, 57 (1963)
- KUNZ, W.: Züricher Erfolgsstatistik bei 316 Gesichts-
schädeldmalignomen nach neuen Darstellungs-
methoden.
Inaug.-Diss. Univ. Zürich, 1963
- LARSSON, L.G.,
MARTENSSON, G.: Carcinoma of the paranasal sinuses and
nasal cavities.
Acta Radiol. (Stockh.) 42, 149 (1954)
- LEES, T.W.: Assessing the curability of cancer.
Acta Radiol. (Stockh.) 132, 3 (1956)
- LINNELL, P.C.,
WOLTER, J.R.,
ARBOR, A.: Corneal necrosis after X-ray treatment.
Eye, Ear, Nose Thr. Monthly 46, 328 (1967) March
- LOMMATZSCH, P.,
KLUG, H.,
HEMKE, St.: Strukturelle Veränderungen der Kaninchen-
netzhaut nach Röntgenbestrahlung.
Graefe's Archiv Ophthal. 170, 16 (1966)
- MATTICK, W.L.,
STREUTER, M.A.: Carcinoma of the maxillary antrum.
Surgery 35, 236 (1954)
ref. 1. Zbl. Hals-Nas.-u. Ohrenheilk. 50,
289 (1954)
- MC MAKON, M.: Carcinoma of the maxillary sinus in a youth
of twenty.
Ann. Otol. 61, 777 (1955)
- MEHNERT, H.: Die Zylindrome im Kieferbereich unter be-
sonderer Berücksichtigung ihrer Metasta-
sierungsfähigkeit.
Fortschr. Kiefer-u. Gesichtschir. 4, 371 (1958)
- MASUDA, W.: Zit. n. JENSEN, G.
Strahlentherapie 108, 609 (1959)
- MERRIAM, G.R.,
FOCHT, E.F.: A clinical study of radiation cataracts
and the relationship to dose.
Am. J. Roentgenol. 77, 759 (1957)

- MERRIAM, G.R.,
FOCHT, E.F.: Radiation dose to the lens in treatment of tumors of the eye and adjacent structures.
Radiology 71, 357 (1958)
- MERRIAM, G.R.: The effects of beta radiation on the eye.
Radiology 66, 240 (1956)
- MOSER, F.: Überblick über die Therapie der malignen Nasennebenhöhlengeschwülste.
Wiss. Z. Leipzig, math.-naturwiss. R. 9, 283 (1959/60)
- MURPHY, W.T.: Radiation Therapy.
Second edition. W.B. Saunders Company Philadelphia. London 1967
- OESER, H.,
KLEEGERGER, E.: Augenerkrankungen und Orbita.
Hdb. Med. Radiologie XII
(in Vorbereitung)
- OESER, H.,
SCHLUNGBAUM, W.: Spezielle Strahlentherapie maligner Tumoren der Nase und Nasennebenhöhlen.
Hdb. Med. Radiologie, Bd. XIX
(in Vorbereitung)
- OSBORN, D.A.,
WINSTON, P.: Carcinoma of the paranasal sinuses.
J. Laryng. Otol. 75, 387 (1961)
- PARKER, R.J.,
BURNETT, L.G.,
WOOTON, P.,
MC INTYRE, D.J.: Radiation cataract in clinical therapeutic radiology.
Radiology 82, 796 (1964)
- PETER, G.: Glaukom nach Röntgenbestrahlung.
Strahlentherapie 17, 189 (1924)
- POLLACK, R.S.: Carcinoma of the maxillary sinus.
Ann. Surg. 145, 69 (1957)
ref. i. Zbl. Hals-Nas.- u. Ohrenheilk. 59, 46 (1957)
- RINGERTZ, N.: Pathology of the malignant tumors in the nasal and paranasal cavities and antrum.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 27, 1 (1938)
- ROHRSCHEIDER, W.: Klinischer Beitrag zur Entstehung und Morphologie der Röntgenstrahlenkatarakt.
Graefe's Archiv 122, 282 (1929)
- ROHRSCHEIDER, W.: Strahlenschädigung und Strahlenschutz am Auge.
Münch. Med. Wschr. 2, 33 (1955)

- SALEM, L.E.,
ZAHARIA, M.,
TRAVEZAN, R.: Carcinoma of the paranasal sinuses.
Amer. J. Surg. 106, 827 (1963)
- SAUTER, H.: Die Trübungsform der menschlichen Linse.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1951
- SCHAEFER, P.,
KROKOWSKI, E.,
SCHUMACHER, W.,
FROST, D.: Vergleichende Untersuchungen von Strahlenwirkungen an Kaninchenlinsen.
Strahlentherapie 133, 367 (1967)
- SCHEER, K.E.,
SCHWAB, W.,
EY, W.: Kritische Bemerkungen zur Kontaktbestrahlung mit Co⁶⁰ in der Oto-Rhino-Laryngologie.
Strahlentherapie 104, 398 (1957)
- SCHUMANN, E.: Die Strahlenbehandlung des Auges und seiner Umgebung.
VELHAGEN, K.: Der Augenarzt, Bd. 7 (1966)
- SCHWAB, W.,
KAES, H.,
WERNER, K.: Erfahrungen bei der Behandlung maligner Nebenhöhlengeschwülste.
Strahlentherapie 101, 227 (1956)
- SPOLJAHR, M.,
KONSTANTINOVIC, M.: Unsere Erfahrungen in der Behandlung des Augenlidkrebses.
Strahlentherapie 122, 183 (1963)
- TABB, H.G.: Carcinoma of the antrum. An analysis of 60 cases with special reference to primary surgical extirpation.
Laryngoscope (St. Louis) 67, 269 (1957)
- THOMAS, Ch. I.,
STORAASLI, J.P.,
FRIEDEL, H.L.: Lenticular change associated with beta radiation of the eye and their significance.
Radiology 79, 588 (1962)
- TOD, M.C.: The treatment of carcinoma of the maxillary antrum by radium.
Brit. J. Radiol. 21, 270 (1948)
- WACHTLER, F.: Über Strahlenreaktionen und Strahlenläsionen des Auges.
Wien. klin. Wschr. 49, 894 (1961)
- WALTNER, J.G.,
FITTON, R.H. jr.: Anaesthesia of the cheek: an early sign of carcinoma of the maxillary sinus.
Ann. Oto. (St. Louis) 65, 955 (1956)

- WEIL, G.: Sind die Heilziffern bei der Krebsbekämpfung durch den Einsatz der ^{60}Co -Bombe verbessert worden ?
Inaug.-Diss. Freie Univ. Berlin, 1965
- WUSTROW, F.: Die Tumoren des Gesichtsschädels.
Urban & Schwarzenberg, München u. Berlin, 1965
- ZANGE, J.H.,
SCHOLZ, H.J.: 25 Jahre Behandlung bösartiger Geschwülste der Nase und Nasennebenhöhlen in Jena und ihr Ergebnis.
Z. Laryng. Rhinol. 42, 613 (1963)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. H. Oeser für die Überlassung des Themas und die wohlwollende Förderung der Arbeit danken.

Herrn Oberarzt Dr. E. Gerstenberg, der mich in freundschaftlicher Art bei der Anfertigung der Arbeit angeleitet hat, danke ich für die Ratschläge sowie für Hinweise und Verbesserungen beim Abfassen der Arbeit.

Lebenslauf

Geboren : 30. März 1939 in Wilhelmshaven

Schulbesuch : Volksschule Wilhelmshaven
Humanistisches Gymnasium Meppen/Ems

Abschlußprüfung : Abitur März 1960

Studium : Universität Freiburg
März 1961 Vorphysikum
Freie Universität Berlin
Oktober 1962 Physikum
Klinikum Essen
Juli 1965 - November 1965
Famulatur in Toledo (USA)

Staatsexamen : 19. Juli 1966 am Klinikum Essen

Medizinalassistenten-
zeit : 7 Monate innere Medizin am
Bergmannsheil in Bochum
4 Monate Chirurgie am Auguste-
Viktoria-Krankenhaus in Berlin
5 Monate Gynäkologie am Städt.
Krankenhaus "Am Urban", Berlin
4 Monate an Strahleninstitut/
-klinik d. Freien Universität
Berlin
2 Monate Kinderchirurgie am Kin-
derkrankenhaus Berlin-Wedding

